

SVI 2015/001

Qualitätssicherung von Verkehrsmodellberechnungen

20. September 2018

Vorstellung des Projekts

Vorstellung des Projekts

EBP Schweiz AG

- Dr. Nadine Rieser, Projektleitung
- Bence Tasnády, stellvertretende Projektleitung

Lehrstuhl für Verkehrsplanung und Verkehrstechnik, Institut für Strassen- und Verkehrswesen, Universität Stuttgart

- Prof. Dr. Markus Friedrich
- Eric Pestel

Bearbeitungszeitraum: 2016 – 2018

Vorstellung des Projekts

- Bisher existiert in der Schweiz keine Richtlinie zur Qualitätssicherung von Verkehrsmodellen
- Das Bewusstsein für das Thema wächst, Ausschreibungsunterlagen beinhalten z.T. schon konkrete Anforderungen an die Modellqualität
- Das vorliegende Forschungsprojekt gliedert sich in diese Entwicklung ein und bietet wichtige Grundlagen für die Entwicklung von Richtlinien in der Schweiz

Die drei wichtigsten Ergebnisse des Forschungsprojekts sind:

- Hinweise zur Erstellung eines Verkehrsnachfragemodells
- Hinweise zur Qualitätssicherung von Verkehrsnachfragemodellen
- Anforderungen an die Dokumentation

Hinweise zur Erstellung eines Verkehrsnachfragemodells

Hinweise zur Erstellung eines Verkehrsnachfragemodells

- Anforderungen an ein Modell werden in der Modellspezifikation festgehalten
 - Die Hinweise sind eine Zusammenstellung von Best Practices für die Erstellung von Modellspezifikationen
 - sie unterstützen Modellbesteller bei der Erstellung der Modellspezifikation
 - sie stellen dank diversen Checklisten und Empfehlungen sicher, dass alle Aspekte in der Spezifikation behandelt werden
 - sie fördern eine gemeinsame Sprache von Modellbestellern und Modellerstellern
- Eine Modellspezifikation basierend auf den «Hinweisen zur Erstellung eines Verkehrsnachfragemodells» ist Grundvoraussetzung für die Qualitätssicherung.

Hinweise zur Erstellung eines Verkehrsnachfragemodells

Inhaltsverzeichnis der Hinweise zur Erstellung eines Verkehrsnachfragemodells

- **Einsatzbereiche des Modells**
- Wahl des Modelltyps
- Abgrenzung des Planungs- und Untersuchungsraums
- Abbildung von Raum- und Siedlungsstruktur
- Abbildung des Verkehrsangebots
- Abbildung der Verkehrsnachfrage
- Abbildung von Eventverkehr, Wirtschaftsverkehr und externer Verkehr
- Erstellung von Prognosen
- Verfügbare Datenquellen

Hinweise zur Erstellung eines Verkehrsnachfragemodells

Einsatzbereiche des Modells

- Welche Entwicklungen und Massnahmen sollen berücksichtigt werden?

Siedlungsstruktur	Demografische Effekte
	Erweiterung/Planung von Wohn-, Gewerbe- und Industriegebieten
	Singuläre Verkehrserzeuger z.B. Flughafen, Messe, Freizeitpark, Fussballstadien
Infrastruktur	Strassenneubau, -ausbau, -rückbau
	Liniennetzplanung ÖV
	Bau von Park&Ride Verknüpfungspunkten
	Bau von Radverkehrsanlagen
	Bau von Fussverkehrsanlagen*

Ordnungspolitisch	Änderungen der zulässigen Geschwindigkeit
	Umweltzonen
	Parkraummanagement
	Durchfahrtsverbote
Kostenbeeinflussend	Fahrpreise
	Kraftstoffpreise
	Strassenbenutzungsgebühren
	Parkraumbewirtschaftung
ÖV-Betrieb	Taktveränderung
	Differenzierte Fahrplanänderung
	Fahrzeugeinsatz
Verkehrstechnisch	Dimensionierung von Knotenpunkten und Verflechtungen
	Verkehrsleitsysteme*
	Verkehrsmanagement*

Hinweise zur Erstellung eines Verkehrsnachfragemodells

Einsatzbereiche des Modells

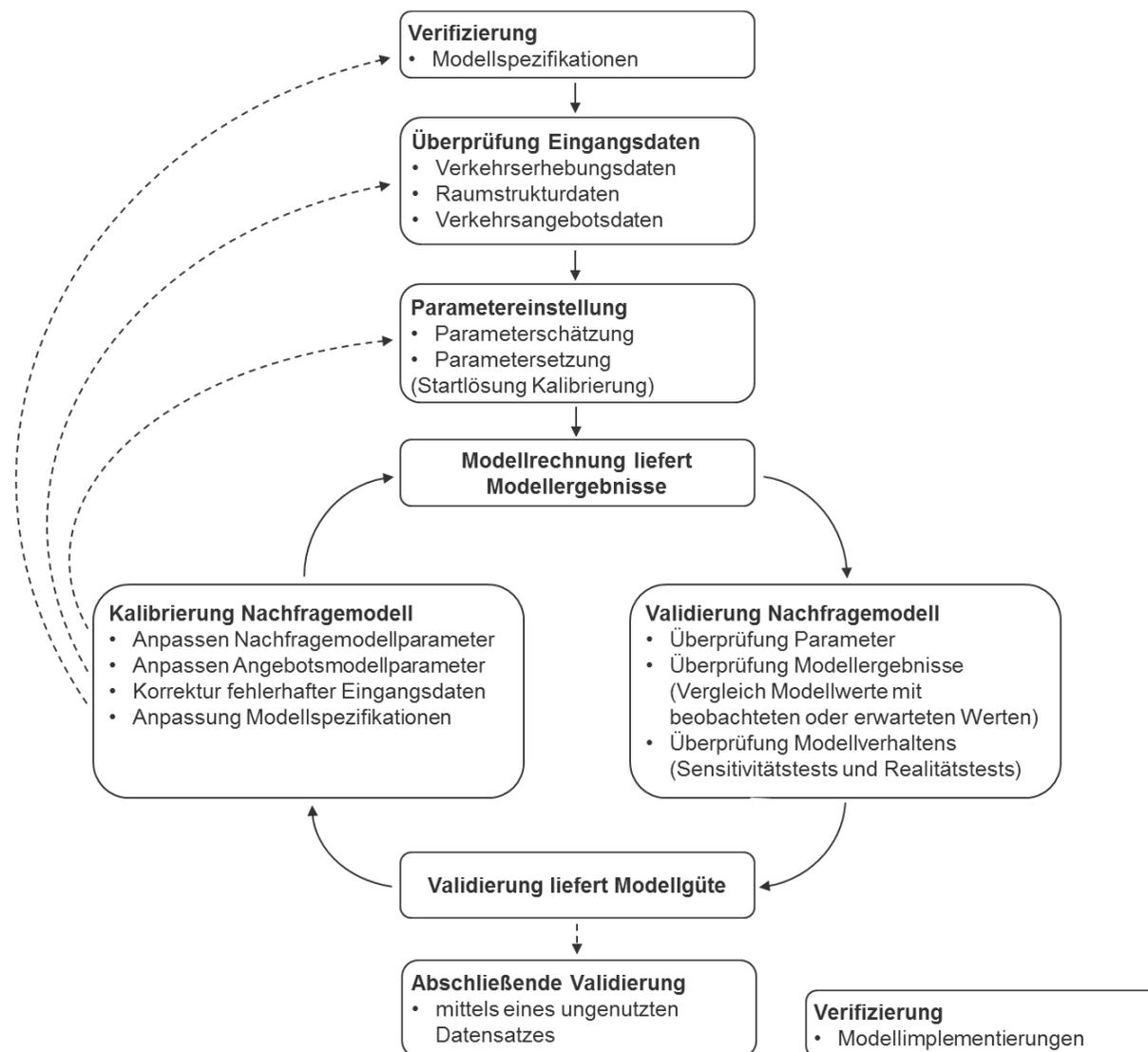
– Welche Kenngrößen soll das Modell liefern und in welcher Differenzierung?

	Differenzierung				
	Modus	Wegezeit	Tageszeit	Teilräume	Netzobjekte
Anzahl der Wege	●	○	○	○	○
Verkehrsstärke	●	○	○	○	●
Personenkilometer	●	○	○	○	○
Fahrzeugkilometer	●	○	○	○	○
Zeitaufwand	●	○	○	○	○
Auslastung	●		○		○
Umsteigehäufigkeit					○

Linienbeförderungsfälle		○		○	●
Betriebskosten ÖV				○	●
Erlöse ÖV		○		○	●
Einnahmen MIV		○		○	
Kraftstoffverbrauch				○	○
Schadstoffemission			○	○	○
Lärmemission			●		○

Eine Differenzierung ist					
●	für alle Einsatzbereiche üblich				
○	für spezielle Einsatzbereiche üblich				
○	bei Bedarf möglich				
	eine Differenzierung ist nicht üblich				

Hinweise zur Qualitätssicherung von Verkehrsnachfragemodellen



Hinweise zur Qualitätssicherung von Verkehrsnachfragemodellen

- Die Hinweise beschreiben die Vorgehensweise für die Qualitätssicherung von Verkehrsnachfragemodellen
- Es werden **Gütemasse für die Überprüfung der Modellergebnisse** benannt
- Die Hinweise beschreiben die Vorgehensweisen zur:
 - Verifizierung der Modellspezifikation und der Modellimplementierung
 - Überprüfung der Eingangsdaten
 - **Kalibrierung und Validierung**

→ Das Vorgehen gemäss den «Hinweisen zur Qualitätssicherung von Verkehrsnachfragemodellen» gewährleistet eine strukturierte und vollständige Qualitätssicherung von Verkehrsnachfragemodellen.

Hinweise zur Qualitätssicherung von Verkehrsnachfragemodellen

Gütemasse für die Überprüfung der Modellergebnisse – Einzelwerte

- Vergleich eines einzelnen Modellwerts mit einem Messwert
 - Aussage für jedes Wertepaar über die Güte der Übereinstimmung
 - Beispiele für Einzelwerte:
 - Verkehrsstärken an einer Zählstelle
 - Fahrzeiten auf einer Route
 - etc.
 - Einfache Gütemasse sind:
 - absolute Abweichung
 - relative Abweichung
- Aber:** Grössere Werte stellen höhere Anforderungen an die relative Abweichung als niedrige Werte

Hinweise zur Qualitätssicherung von Verkehrsnachfragemodellen

Gütemasse für die Überprüfung der Modellergebnisse – Einzelwerte

- Heute verwendetes Standard-Gütemass, bei dem die zulässige relative Abweichung mit steigendem Wertebereich sinkt: GEH-Wert
 - Der allgemein akzeptierte Sollwert des GEH-Werts von 5 ist nur für Stundenbelastungen (Fz/h) mit Grössenordnung = 1'000 gültig.
 - Für Variablen mit anderen Grössenordnungen wie z.B. Anzahl Wege (Grössenordnung < 10) oder Tagesverkehrsstärken (Grössenordnung > 10'000) ist der GEH-Wert mit dem Grenzwert 5 nicht verwendbar.
- Weiterentwicklung des GEH-Werts mit folgenden Eigenschaften:
- Skalierbarkeit für verschiedene Grössenordnungen
 - Wertebereich zwischen 0 (sehr schlecht) und 1 (sehr gut)

Hinweise zur Qualitätssicherung von Verkehrsnachfragemodellen

Gütemasse für die Überprüfung der Modellergebnisse – Einzelwerte

- Weiterentwicklung des GEH-Werts: **Scalable Quality Value (SQV)**

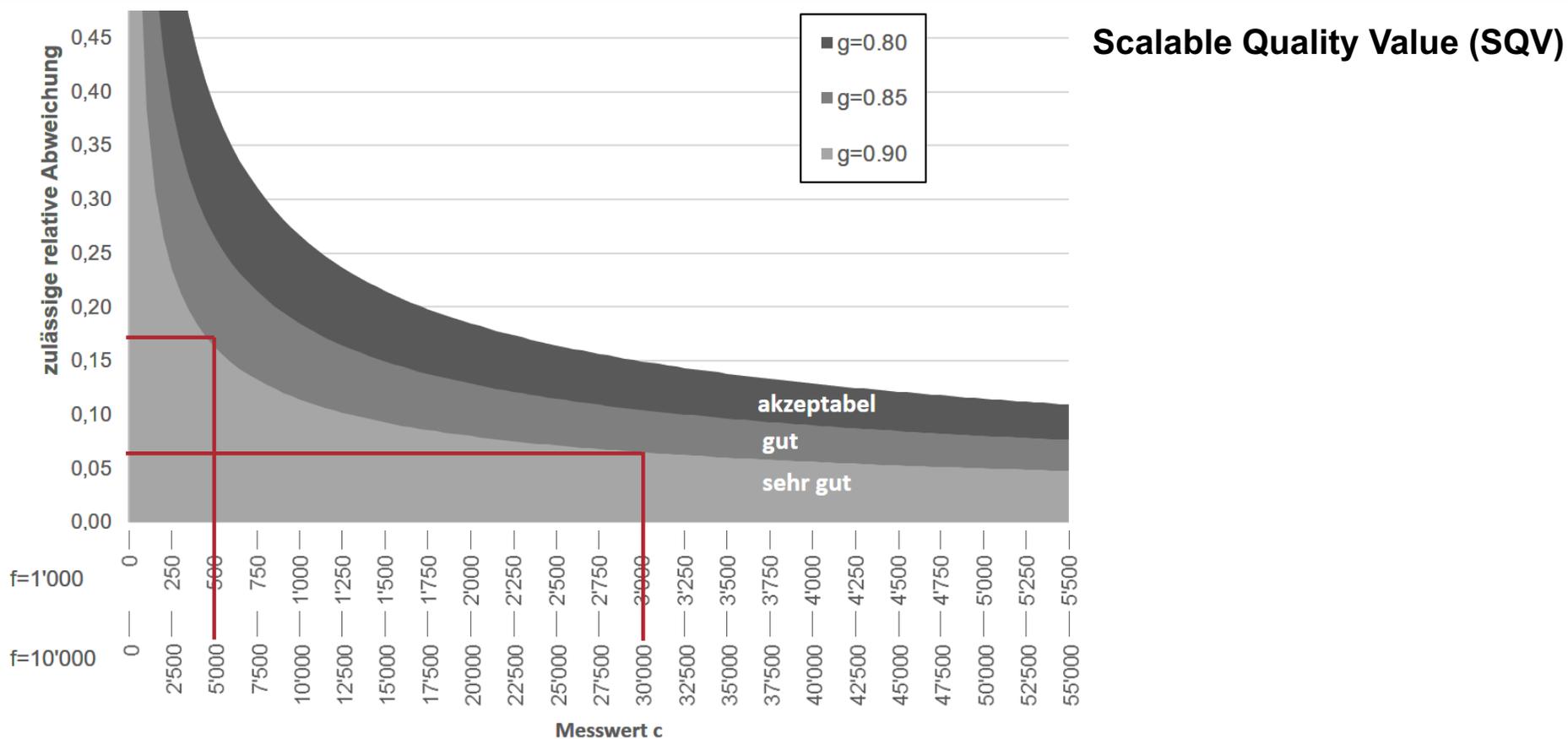
$$g_{SQV} = \frac{1}{1 + \sqrt{\frac{a^2}{f \cdot c}}}$$

mit

$a = |m - c|$ m = Modellwert c = Messwert und f = Skalierungsfaktor

- Skalierungsfaktor f ermöglicht die Anpassung der Formel an den Wertebereich der zu beurteilenden Kenngröße.

Hinweise zur Qualitätssicherung von Verkehrsnachfragemodellen



Hinweise zur Qualitätssicherung von Verkehrsnachfragemodellen

Validierung – Überprüfung der Modellergebnisse

	Kenngrösse	Differenzierung		Kontroll- daten	statistisches Gütemass
		inhaltlich	räumlich		
Verkehrsaufkommen	Anzahl Wege	<ul style="list-style-type: none"> • Grundgesamtheit 	<ul style="list-style-type: none"> • gesamter UR 		<ul style="list-style-type: none"> • Konsistenz produzierte und angezogene Wege
	mittlere Anzahl Wege pro Person	<ul style="list-style-type: none"> • alle Einwohner • pro Modus • pro NSeg • pro Modus x NSeg 	<ul style="list-style-type: none"> • gesamter UR • Teilräume 	HH-Bef	<ul style="list-style-type: none"> • Gütemass SQV für $f = 1$
Verkehrsleistung	Wegeweiten verteilung [km] pro Person	<ul style="list-style-type: none"> • alle Einwohner • pro Modus • pro NSeg 	<ul style="list-style-type: none"> • gesamter UR 	HH-Bef	<ul style="list-style-type: none"> • Mittelwert: Gütemass SQV für $f = 10$ • Wegeweitenverteilung: Coincidence Ratio
	mittlere Verkehrsleistung [km] pro Person	<ul style="list-style-type: none"> • alle Einwohner • pro Modus • pro NSeg 	<ul style="list-style-type: none"> • gesamter UR 	HH-Bef	<ul style="list-style-type: none"> • Gütemass SQV für $f = 10$
	Verkehrsleistung aller Personen [Personenkm]	<ul style="list-style-type: none"> • Modus ÖV • ÖV-Betriebszweige 	<ul style="list-style-type: none"> • gesamter UR • Teilräume 	ÖV-Erhebung	<ul style="list-style-type: none"> • relative Abweichung < 5%

Hinweise zur Qualitätssicherung von Verkehrsnachfragemodellen

Validierung – Überprüfung des Modellverhaltens

- **Sensitivitätstests:** Prüfung des Einflusses der **Parameter** auf das Ergebnis.
- Die Hinweise enthalten Empfehlungen, für welche Parameter Sensitivitätstests durchgeführt werden sollten:
 - Empirisch nicht abgesicherte Parameter der Nutzenfunktion
 - Abbruchbedingungen für Gleichgewichtsberechnungen etc.
- **Realitätstests:** Prüfung, ob Änderungen der **Variablen** Wirkungen in der erwarteten Größenordnung zur Folge haben.
- Die Hinweise enthalten eine Liste sinnvoller Variablen für Realitätstests sowie zugehörige Referenz-Elastizitäten:
 - Erhöhung der Kraftstoffpreise,
 - Erhöhung der Ticketpreise etc.

Hinweise zur Qualitätssicherung von Verkehrsnachfragemodellen

Überprüfung des Modellverhaltens – Realitätstest – Variation des Kraftstoffpreises (S)

Kenngrösse	Erwartung (mit abnehmendem Treibstoffpreis)	
Anzahl Wege	über alle Modi: konstant bleibend	<input checked="" type="checkbox"/>
	wenn Modus von Treibstoffpreisänderung profitiert (i.d.R. PW): leicht zunehmend	<input checked="" type="checkbox"/>
	wenn Modus nicht von Treibstoffpreisänderung profitiert: zugunsten der anderen Modi leicht abnehmend	<input checked="" type="checkbox"/>
Elastizität (Verkehrsaufkommen)	über alle Modi: $\epsilon \approx 0$	<input checked="" type="checkbox"/>
	wenn Modus von Treibstoffpreisänderung profitiert (i.d.R. PW): $\epsilon < 0$	<input checked="" type="checkbox"/>
	wenn Modus nicht von Treibstoffpreisänderung profitiert: $\epsilon > 0$	<input checked="" type="checkbox"/>
Verkehrsleistung & Verkehrszeitaufwand	über alle Modi: konstant bleibend oder leicht zunehmend	<input checked="" type="checkbox"/>
	wenn Modus von Treibstoffpreisänderung profitiert (i.d.R. PW): leicht zunehmend	<input checked="" type="checkbox"/>
	wenn Modus nicht von Treibstoffpreisänderung profitiert: zugunsten der anderen Modi leicht abnehmend	<input checked="" type="checkbox"/>

Anforderungen an die Dokumentation

Anforderungen an die Dokumentation

- Die «Anforderungen an die Dokumentation» bieten ein kommentiertes Inhaltsverzeichnis einer Modelldokumentation
 - Sie unterstützen den Modellersteller bei der strukturierten und vollständigen Dokumentation der Modellarbeiten
 - Der Modellbesteller kann mit Hilfe der «Anforderungen an die Dokumentation» die Vollständigkeit der Modelldokumentation prüfen und ob die Modellspezifikation umgesetzt wurde
- Die «Anforderungen an die Dokumentation» gewährleisten eine vollständige Dokumentation und ermöglichen damit die Qualitätssicherung der Umsetzung der Modellspezifikation.

Anforderungen an die Dokumentation

Einleitung

Hintergrund und Entstehungsgeschichte

Vorgängermodelle

Anlass zur Modellerstellung

Anforderungen an das Modell

Prognosefähigkeit

Massnahmensensitivität auf Änderungen im Angebot oder den Strukturdaten

Berücksichtigte Modi, Abbildung von Multimodalität

Vorgesehene Anwendungszwecke

Grenzen des Modells

Vorgesehene Auswertungsmöglichkeiten

Granularität abzubildender Massnahmen

Modellbildung

Modellperimeter

Räumliche Segmentierung

Zeitliche Segmentierung

Segmentierung der Nachfrage

Weiterer Forschungsbedarf

Weiterer Forschungsbedarf

- Sammlung von Erfahrung in der Anwendung der Hinweise
- Gütemasse: Die definierten Orientierungswerte für «sehr gute», «gute» oder «akzeptable» Qualität sollten nun im Feld getestet werden
- Abstimmung mit den Kolleginnen und Kollegen in Deutschland und Österreich